

中文



STATE INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE OF THE P.R.C.

HOME

ABOUT SIPO

NEWS

LAW & POLICY

SPECIAL TOPIC

CHINA IP NEWS

Title: Bonding device and method

Application Number	03822817	Application Date	2003.09.22
Publication Number	1685490	Publication Date	2005.10.19
Priority Information	JP276986/20022002/9/24		
International Classification	H01L21/60;B23K20/24;H05K3/34		
Applicant(s) Name	Suga Tadatomo		
Address			
Inventor(s) Name	Suga Tadatomo;Ito Toshihiro;Yamauchi Akira		
Patent Agency Code	72001	Patent Agent	wen dapeng

Abstract

A device and method for bonding objects to be bonded each having a metal bonding portion on a substrate, comprising cleaning means for exposing the metal bonding portions to a plasma having an energy enough to etch the surfaces of the metal bonding portions at a depth of 1.6 nm or more over the entire surfaces of the metal bonding portions under a reduced pressure and bonding means for bonding the metal bonding portions of the objects taken out of the cleaning means in an atmospheric air. By using a specific scheme, metal bonding portions after the plasma cleaning can be bonded in the atmospheric air, thereby significantly simplifying the bonding process and the whole device and lowering the cost.

Machine Translation

Close

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H01L 21/60

B23K 20/24

H05K 3/34



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03822817.3

[43] 公开日 2005 年 10 月 19 日

[11] 公开号 CN 1685490A

[22] 申请日 2003.9.22 [21] 申请号 03822817.3

[30] 优先权

[32] 2002. 9. 24 [33] JP [31] 276986/2002

[86] 国际申请 PCT/JP2003/012070 2003. 9. 22

[87] 国际公布 WO2004/030076 日 2004. 4. 8

[85] 进入国家阶段日期 2005. 3. 24

[71] 申请人 须贺唯知

地址 日本东京都

共同申请人 东丽工程株式会社

冲电气工业株式会社

三洋电机株式会社 夏普株式会社

索尼株式会社 株式会社东芝

富士通株式会社

松下电器产业株式会社

罗姆股份有限公司

株式会社瑞萨科技

[72] 发明人 须贺唯知 伊藤寿浩 山内朗

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

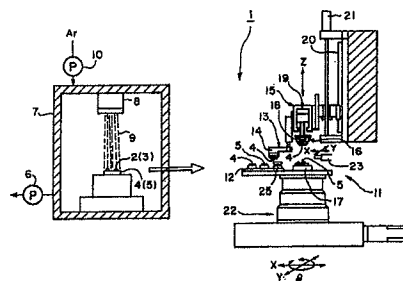
代理人 温大鹏

权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 5 页

[54] 发明名称 接合装置及接合方法

[57] 摘要

本发明提供一种接合装置及接合方法, 所述接合装置是将在基材的表面上具有金属接合部的被接合物彼此接合起来的装置, 具有: 清洗机构, 在减压条件下对金属接合部的表面照射等离子体, 所述等离子体所具有的能量为可在金属接合部的整个接合表面上蚀刻出 1.6nm 以上的深度的能量以上; 接合机构, 在大气中将从该清洗机构取出的被接合物的金属接合部彼此接合。通过采用特定的方法, 可以将等离子体清洗后的金属接合部在大气中使其彼此接合, 从而实现接合工序的大幅简化、装置整体的简洁化以及成本下降。



ISSN 1008-4274

知识产权出版社出版

1. 一种接合装置,是将在基材的表面上具有金属接合部的被接合物彼此接合起来的装置,其特征在于,具有:清洗机构,在减压条件下对前述金属接合部的表面照射等离子体,所述等离子体所具有的能量为可在前述金属接合部的整个接合表面上蚀刻出 1.6nm 以上的深度的能量以上;接合机构,在大气中将从该清洗机构取出的被接合物的金属接合部彼此接合。
2. 如权利要求 1 所述的接合装置,上述接合机构具有加热机构,由在 180℃ 以下对金属接合部彼此进行接合的机构构成。
- 10 3. 如权利要求 1 所述的接合装置,接合的两金属接合部的表面都由金构成。
4. 如权利要求 1 所述的接合装置,上述清洗机构由 Ar 等离子体照射机构构成。
5. 如权利要求 1 所述的接合装置,前述接合机构由以下机构构成:使金属接合部彼此接合时的间隙的离散最大在 4 μm 以下。
- 15 6. 如权利要求 1 所述的接合装置,优选地,作为上述接合机构,由以下机构构成:使至少一个金属接合部的接合后的表面粗糙度为 10nm 以下。
7. 如权利要求 1 所述的接合装置,使至少一个金属接合部的接合前的表面粗糙度为 100nm 以下。
- 20 8. 如权利要求 1 所述的接合装置,上述接合机构由以 300Mpa 以下的接合载荷对金属接合部彼此进行接合的机构构成。
9. 如权利要求 1 所述的接合装置,使金属接合部的表面硬度为维氏硬度 Hv100 以下。
- 25 10. 如权利要求 1 所述的接合装置,作为上述接合机构,由可将金属接合部彼此接合时的、基材间的接合区域中的平行度调整到 4 μm 以下的机构构成。
11. 如权利要求 1 所述的接合装置,至少一个金属接合部由多个突起形成。
- 30 12. 如权利要求 11 所述的接合装置,突起高度的离散在 4 μm 以下。
13. 一种接合方法,对在基材的表面上具有金属接合部的被接合物彼此进行接合之际,在减压条件下,以在前述金属接合部的整个接合表

面上蚀刻出 1.6nm 以上的深度的方式对前述金属接合部的表面进行等离子体处理, 其后在大气中将金属接合部彼此接合。

14. 如权利要求 13 所述的接合方法, 在 180℃ 以下对金属接合部彼此进行接合。

5 15. 如权利要求 13 所述的接合方法, 对金属接合部彼此进行接合, 所述金属接合部的表面都是由金构成的。

16. 如权利要求 13 所述的接合方法, 进行 Ar 等离子体处理。

17. 如权利要求 13 所述的接合方法, 在金属接合部彼此接合时, 使金属接合部之间的间隙的离散最大在 4 μm 以下。

10 18. 如权利要求 13 所述的接合方法, 使至少一个金属接合部的接合后的表面粗糙度为 10nm 以下。

19. 如权利要求 13 所述的接合方法, 使至少一个的金属接合部的接合前的表面粗糙度为 100nm 以下。

20. 如权利要求 13 所述的接合方法, 以 300Mpa 以下的接合载荷对金属接合部彼此进行接合。

21. 如权利要求 13 所述的接合方法, 使金属接合部的表面硬度为维氏硬度 Hv100 以下。

22. 如权利要求 13 所述的接合方法, 使金属接合部彼此接合时的、基材间的接合区域中的平行度为 4 μm 以下。

20 23. 如权利要求 13 所述的接合方法, 至少一个金属接合部由多个突起形成。

24. 如权利要求 23 所述的接合方法, 突起高度的离散在 4 μm 以下。

25. 一种接合体, 是在基材的表面上具有金属接合部的被接合物彼此的接合体, 通过以下方式制作、即、在减压条件下, 以在所述金属接合部的整个接合表面上蚀刻出 1.6nm 以上的深度的方式对前述金属接合部的表面进行等离子体处理, 其后在大气中将金属接合部彼此接合。

26. 如权利要求 25 所述的接合体, 上述被接合的被接合物中的至少一个由半导体构成。

接合装置及接合方法

技术领域

- 5 本发明涉及将芯片、晶片、各种电路基板等、在基材的表面上具有金属接合部的被接合物彼此接合起来的接合装置及接合方法。

背景技术

- 作为将具有接合部的被接合物彼此接合的方法，在日本国特许第2791429号公报中公开了以下的硅晶片的接合方法：在将硅晶片的接合面彼此接合之际，在接合之前，在室温的真空条件下用非活性气体离子束或非活性气体高速原子束对其照射来进行溅射蚀刻。在该接合法中，利用上述的射束来去掉硅晶片的接合面上的氧化物或有机物等，在表面上形成了活性化的原子，通过原子间的高结合力来使其表面之间接合起来。因此，在该方法中，基本上不需要加热来进行接合，仅通过使活性化的表面彼此接触，即可在常温或与其接近的低温下进行接合。
- 15

- 可是，在该接合法中，蚀刻后的接合面彼此的接合必须在真空且维持表面活性化的状态下进行。因此，从由上述射束所进行的表面清洗开始到接合为止，都必须保持在规定的真空状态，特别是用于接合的机构的至少一部分必须构成在可保持规定的真空度的腔室内，所以密封机构非常复杂，装置整体大型化且成本提高。此外，若要将由上述射束所进行的表面清洗、与接合的工序两者分开而在不同场所进行，则需要两场所之间保持规定的真空状态，并需要在保持着该真空状态的状态下将被接合物从清洗场所输送到接合场所的机构，实际工作中的装置设计变得很难，并且进一步导致装置的大型化。
- 20

25 发明内容

- 于是，本申请的发明人鉴于上述问题，对为了最大限度地确保利用上述接合面的表面活性化所进行的接合的优点、且特别谋求接合阶段的简洁化进行了潜心研究及实验，成功地实现了可以在大气中进行被接合物的金属接合部彼此的接合。
- 30 即、本发明的目的在于通过特定的方法来清洗被接合物的金属接合部、并且在大气中进行清洗后的接合，特别是在于谋求接合工序的简洁化、装置整体的简洁化、以及成本降低。

为了实现上述目的,本发明的接合装置是将在基材的表面上具有金属接合部的被接合物彼此接合起来的装置,具有:清洗机构,在减压条件下对前述金属接合部的表面照射等离子体,所述等离子体所具有的能量为可在前述金属接合部的整个接合表面上蚀刻出1.6nm以上的深度5 的能量以上;接合机构,在大气中将从清洗机构取出的被接合物的金属接合部彼此接合。

优选地,在该接合装置中,上述接合机构具有加热机构,由在180℃以下、优选地为小于150℃的温度下对金属接合部彼此进行接合的机构构成。虽然希望不进行加热而可在常温下接合,但考虑到通过加热可10 使用于接合的原子更加活泼,且接合面变得更软,可更加良好地闭合接合面间的微小间隙,所以优选地同时采用加热方法来进行接合。其中,例如即使要进行加热,也在180℃以下、优选地为小于150℃的温度下进行加热即可,所以装置的负担较小。即、在低温下接合金属的一般例子是焊锡,需要加热到焊锡的熔点即183℃以上,但在本发明15 中,可以在其以下的(在180℃以下、优选地为小于150℃)温度下进行接合。特别是,在金属接合部为金的情况下,可以进行100℃以下的接合。

此外,优选地,在该接合装置中,接合的两金属接合部的表面都由金构成。虽然也可以由金等来构成形成金属接合部的整个电极等,但也20 可仅由金构成表面。用于以金来构成表面的方式没有特别的限定,可以采用镀金方式或者通过溅射或蒸镀等形成金薄膜的方式。

在本发明的接合装置中,上述清洗机构由照射等离子体的机构构成,在等离子体照射中,其能量为可以在金属接合部的整个接合表面上蚀刻出1.6nm以上的深度的能量以上。通过以这样的蚀刻能量以上来照25 射等离子体,可以进行在大气中对金属接合部彼此进行接合所需的表面蚀刻。作为清洗机构,Ar等离子体照射机构比较合适,其可以容易地控制等离子体强度且在需要的部位高效地产生规定的等离子体。

优选地,作为上述接合机构,由使金属接合部彼此结合时的间隙的离散最大为4μm以下的机构构成。如果间隙的离散在4μm以下,则可以30 抑制在以适当的接合载荷进行金属接合部彼此的接合所需的间隙的离散以下。

另外,优选地,作为上述接合机构,由以下机构构成:通过施加适当

的接合载荷,使至少一个的金属接合部的接合后的表面粗糙度为10nm以下。若使表面粗糙度为10nm以下,则可以在低温下、例如常温下进行接合。又,要实现这样的10nm以下的接合后的表面粗糙度,需要预先使接合前的表面粗糙度不要过大,例如,优选地,预先使至少一个

5 金属接合部的接合前的表面粗糙度为100nm以下。

作为接合载荷,优选地控制在适于实用的值以下,这是为了使得不会发生突起的损害或在突起上产生过大的变形,尤其是为了不会对突起下的电路造成不良影响。即、上述接合机构优选地由以例如300Mpa以下的接合载荷对金属接合部彼此进行接合的机构构成。一般来说,考

10 虑到半导体电路所能承受的应力为300Mpa,所以将接合载荷设为300Mpa以下,这样可以避免上述问题的产生。

此外,在金属接合部彼此的接合之际,为了使表面彼此良好地紧贴,优选地使金属接合部的表面硬度为维氏硬度Hv100以下。例如,优选地使表面硬度Hv在30~70的范围内(例如,平均Hv为50)。通过预

15 先达到这样的低硬度,在施加接合载荷时,金属接合部的表面适当地变形,能进行更紧密的接合。

又,在本发明的接合装置中,为了在接合面的规定区域的整个面上实现规定的电气连接,接合时的良好的平行度是很重要的条件。因此,优选地,作为上述接合机构,由可将金属接合部彼此接合时的、基材

20 间的接合区域中的平行度调整到4 μ m以下(最大为4 μ m以下)的机构构成。

在至少一个金属接合部由多个突起形成的情况下,突起高度的离散优选地在4 μ m以下(最大为4 μ m以下)。由此,如前所述,可以将金属接合部彼此接合时的间隙的离散控制在最大4 μ m以下。

25 本发明的接合方法由具有以下特征的方法构成:对在基材的表面上具有金属接合部的被接合物彼此进行接合之际,在减压条件下,以在前述金属接合部的整个接合表面上蚀刻出1.6nm以上的深度的方式对前述金属接合部的表面进行等离子体处理,其后在大气中将金属接合部彼此接合。

30 优选地,在该接合方法中,也在180℃以下、优选地为小于150℃的温度下对金属接合部彼此进行接合。又,可以采用对表面都由金构成的金属接合部彼此进行接合的方式。

此外,在上述等离子体处理中,为了进行将金属接合部在大气中彼此接合所需的表面蚀刻,在金属接合部的整个接合表面上蚀刻出1.6nm以上的深度。作为等离子体处理,采用Ar等离子体处理。

又,优选地,在金属接合部彼此接合时,使金属接合部之间的间隙的离散在4 μ m以下。进而,优选地,使至少一个金属接合部的接合后的表面粗糙度为10nm以下。优选地,使至少一个金属接合部的接合前的表面粗糙度为100nm以下。

关于接合载荷,优选地以300Mpa以下的接合载荷对金属接合部彼此进行接合。优选地,使金属接合部的表面硬度为维氏硬度Hv100以下。进而,优选地,使金属接合部彼此接合时的、基材间的接合区域中的平行度为4 μ m以下。在至少一个金属接合部由多个突起形成的情况下,突起高度的离散优选地在4 μ m以下。

本发明还提供通过上述的接合方法而制作的接合体。即、本发明的接合体是在基材的表面上具有金属接合部的被接合物彼此的接合体,在减压条件下,以在前述金属接合部的整个接合表面上蚀刻出1.6nm以上的深度的方式对前述金属接合部的表面进行等离子体处理,其后在大气中将金属接合部彼此接合,从而制作出接合体。

在上述接合体中,接合的被接合物的至少一个可以由半导体构成。

在上述的本发明的接合装置及方法中,在规定的减压条件下,对被接合物的金属接合部的表面进行等离子体处理,从而在其上蚀刻出1.6nm以上的深度,其后在大气中将通过蚀刻而被清洗并活性化的金属接合部彼此接合。因为可以在大气中进行接合,所以不需要用于接合的非常复杂的真空装置或者密封装置,大幅简化了整个工序及整个装置,还可降低成本。

该在大气中的接合在实际应用中如后述的实施例所示,除了由规定的蚀刻能量以上的等离子体照射所进行的表面清洗、活性化之外,还可将金属接合部彼此接合时的间隙的离散抑制得较小,进而,可将金属接合部的表面粗糙度或表面硬度、接合载荷等设定在适当的范围内,通过组合这些条件来实现本发明。

这样,根据本发明的接合装置及方法,如后所述,通过适当地设定各种条件,采用本发明的特定方法,可以在大气中进行等离子体清洗后的金属接合部彼此的接合,由此可大幅简化了整个工序及整个装置,

还可降低成本。

附图说明

图1是本发明的一实施方式的接合装置的概略构成图。

图2表示作为用于试验的被接合物的基板,图2A是其整体的俯视图,
5 图2B是形成有多个突起的中心部的放大俯视图,图2C是配置的突起组的局部放大立体图。

图3是作为用于试验的被接合物的芯片的俯视图。

图4是等离子体照射时间与连接电阻的关系图。

图5是等离子体照射时间与芯片抗剪强度的关系图。

10 图6是每一突起的接合载荷与连接电阻的关系图。

图7是每一突起的接合载荷与芯片抗剪强度的关系图。

标记说明

- | | | |
|----|-----|------------|
| | 1 | 接合装置 |
| | 2、3 | 金属接合部 |
| 15 | 4、5 | 被接合物 |
| | 6 | 真空泵 |
| | 7 | 腔室 |
| | 8 | 等离子体照射机构 |
| | 9 | 等离子体 |
| 20 | 10 | Ar 气体供给泵 |
| | 11 | 接合部 |
| | 12 | 待机部 |
| | 13 | 反转机构 |
| | 14 | 反转机构的头部 |
| 25 | 15 | 接合头 |
| | 16 | 接合工具 |
| | 17 | 接合工作台 |
| | 18 | 作为加热机构的加热器 |
| | 19 | 压力缸机构 |
| 30 | 20 | 上下方向导向件 |
| | 21 | 升降装置 |
| | 22 | 位置调整台 |

- 23 2 视野的识别机构
- 25 接合体
- 31 作为被接合物的基板
- 32 突起
- 5 33 作为被接合物的芯片
- 具体实施方式

以下,参照附图对本发明的优选实施方式进行说明。

图1表示本发明的一实施方式的接合装置1。在基材的表面上具有金属接合部2或3的被接合物4或5,首先,在通过真空泵6而被减压至规定的真空度的腔室7内,利用从作为清洗机构的等离子体照射机构8照射的等离子体9以蚀刻的方式清洗金属接合部2、3的表面(清洗工序)。在该清洗工序中,用可在金属接合部2、3的整个接合表面上蚀刻出1.6nm以上的深度的能量以上的能量来进行等离子体处理。在本实施方式中,可以通过泵10向腔室7内供给Ar气体,可在Ar气体气氛且规定的减压条件下进行等离子体照射。清洗后的被接合物4、5从腔室7内取出,利用接合工序(接合部11),在大气中使金属接合部2、3彼此接合。

另外,上述被接合物4例如由芯片构成,被接合物5例如由基板构成。其中,在此所谓芯片,是指例如IC芯片、半导体芯片、光元件、表面安装零件、晶片、TCP或FPC等、与种类或大小无关地接合在基板一侧的所有形式的部件。所谓基板,是指树脂基板、玻璃基板、薄膜基板、芯片、晶片等与种类或大小无关地接合在芯片一侧的所有形式的部件。作为本发明的代表形式,可以例举出接合的被接合物的至少一个由半导体构成的形式。

25 在接合部11中,例如在规定的待机部12上载置有上述清洗后的被接合物4、5。被接合物4通过吸附等而以清洗面不被接触的方式保持在反转机构13的头部14上,在上下反转后,通过吸附等方式,在金属接合部2向下的状态下保持在设于接合头15下部的接合工具16上。被接合物5例如通过吸附等方式,在金属接合部3向上的状态下保持在接合工作台17上。在本实施方式中,在接合工具16中内置有作为加热机构的加热器18,可以进行大气中的接合、常温下的接合、加热下的接合的任一种。

在接合头 15 中组装有压力缸机构 19, 可以在保持于接合工具 16 的被接合物 4 上施加并控制向下的、即相对于被接合物 5 的规定的接合载荷。在本实施方式中, 接合头 15 沿着上下方向导向件 20, 可通过升降装置 21 (例如, 备有伺服马达及丝杠机构的装置) 而在上下方向 (Z 方向) 上移动及定位。

又, 在本实施方式中, 保持着上述被接合物 5 的接合工作台 17 通过由设于下部的的位置调整台 22 所进行的控制而可以进行其与被接合物 4 之间的对位及平行度调整, 位置调整台 22 所进行的控制包括: X、Y 方向的水平方向位置控制、 θ 方向的旋转方向位置控制、及围绕 X 轴、Y 轴的倾角调整控制, 由此可以将金属接合部彼此接合时的间隙的离散抑制得较小。该对位及平行度调整通过以下方式实施: 通过可进退地插入到被接合物 4、5 之间的识别机构、例如 2 视野的识别机构 23 (例如、2 视野摄像机), 读取附于被接合物 4、5 或其保持机构上的识别标签 (省略图示), 基于读取的信息来进行位置或角度的必要修正。2 视野的识别机构 23 可进行 X、Y 方向的位置调整, 有时也可进行 Z 方向的位置调整。在本实施方式中, 该对位及平行度调整主要在接合工作台 17 一侧进行, 但也可以在接合头 15 或接合工具 16 一侧进行, 也可在两侧进行。在两侧进行对位及平行度调整时, 根据需要, 对接合头 15 一侧不仅进行升降控制, 还进行旋转控制及/或平行移动控制, 对于接合工作台 17 一侧也进行升降控制、旋转控制及平行移动控制等, 可以根据需要将这些控制方式任意地组合起来使用。

又, 在本实施方式中, 被接合物 4、5 接合后的接合体 25 也暂时载置在待机部 12 上, 通过省略了图示的适当输送机构将接合体 25 从待机部 12 向下一个工序或储存场所输送。

25 实施例

使用上述的接合装置, 对本发明的接合方法进行了如下的试验。作为用于试验的被接合物 5 的基板 31 如图 2 所示, 图 2A 表示基板 31 整体的俯视图, 图 2B 表示形成有多个突起的中心部的放大图, 图 2C 是配置的突起 32 组的局部放大立体图。作为用于试验的被接合物 4 的芯片 33 如图 3 所示, 与基板的中心部的突起 32 组相对应地形成了规定的电路图形。

这些基板及芯片的样品规格如下所述。

- 基板: Si 基板、在 Al 焊盘上形成有镀 Au 突起
 - 基板尺寸: 20mm×20mm、突起形成区域: 中心部 4mm×4mm 内
 - 突起尺寸: 40 μ m×40 μ m×高度 30 μ m (间距 80 μ m)
 - 突起数: 400 个 (突起图形参照图 2 (B))
- 5 · 芯片: Si 热氧化基板上、Au 溅射膜 (Au-0.3 μ m/Cr-0.1 μ m)
- 尺寸: 6mm×6mm、图形形成区域: 中心部 4mm×4mm 内

形成 3 端子测定用 L 型电极图形 (作为后述的电阻值, 测定 L 字角部的连接电阻、各边 10×4)

- 在以下的条件下, 对于由短时间的等离子体照射所得到的金属接合部的
- 10 的表面活性化效果, 在由等离子体照射进行表面清洗之后, 进行氮气
- 氛下的接合及大气中的接合的比较试验, 用平均连接电阻及芯片抗剪
- 强度来测定各个气氛中的接合中的等离子体照射时间的影响。另外,
- 对于大气中的连接, 对等离子体照射后放置 3.5 分钟后进行接合的情
- 况和放置 15 分钟以后进行接合的情况的两者情况进行了试验。其结果
- 15 如表 1、表 2、图 4、图 5 所示。

等离子体照射的效果确认试验的条件:

- 等离子体投入电力: 100W
- Ar 流量 30ccm
- Ar 导入时的真空度: 10Pa
- 20 · 照射时的真空度: 7.5Pa 以下
- 接合载荷: 20kgf (50gf/突起、300Mpa)
- 载荷施加时间: 1 秒
- 接合温度: 100℃ (373K)
- 芯片内的电极的高度的最大离散值: 2.3 μ m
- 25 · Si 基板内的突起高度的最大离散值: 3.0 μ m

表 1

由照射时间所引起的芯片抗剪强度的变化 (gf)

电力 (W)	气氛	暴 露 量(分 钟)	照射时间 (秒)					
			0	3	5	10	30	60
100	大气	3.5	258	-	7058	6595	6008	7406

100	氮	3.5	252	1035	5587	5896	6507	5427
100	氮	15	-	-	-	5510	6373	-
100	大气	15	-	-	-	5730	5212	-
50	大气	3.5	241	3550	5855	-	-	-

表 2

由照射时间所引起的电阻值的变化 ($m\Omega$)

电力 (W)	气氛	暴露量 (分钟)	照射时间 (秒)			
			5	10	30	60
100	大气	3.5	7.28	6.57	6.72	6.90
50	大气	3.5	6.84	-	-	-
100	氮	3.5	6.94	6.4	6.1	6.92
100	氮	15	-	6.86	6.70	-
100	大气	15	-	6.40	6.48	-

如表 2、图 4 所示, 若在等离子体照射后放置 15 分钟, 其后在大气中进行接合, 则在这种情况下也可实现与氮气氮下接合相同的接合, 确认了可在大气中进行充分且良好的接合。此外, 如表 1、图 5 所示, 确认了对于等离子体照射来说, 进行 5 秒左右的照射就足够了。

又, 对等离子体照射、和作为接合表面的镀 Au 突起表面上的蚀刻深度的关系进行了调查, 其结果, 在等离子体投入电力为 50W 的情况下蚀刻深度约为 20nm/分, 而在等离子体投入电力为 100W 的情况下蚀刻深度约为 30nm/分。无论在何种投入电力的情况下, 只要如上所述地进行 5 秒左右以上的等离子体照射, 就可在大气中进行接合。因此, 作为可在大气中进行接合的蚀刻深度来说, 确认了只要在 $20nm \times (5 \text{ 秒} / 60 \text{ 秒}) = 1.6nm$ 以上即可。

此外, 如表 3、表 4 及图 6、图 7 所示, 示出了将接合温度作为参数时, 每一突起的接合载荷、与得到的连接电阻及芯片抗剪强度的关系。条件为: 大气中进行接合、载荷施加时间: 1 秒、等离子体投入电力: 100W、照射时间: 30 秒、照射后的放置 (暴露) 时间: 3.5 分钟, 其他的条件与前述条件相同。

表 3

由载荷所引起的电阻值的变化 ($\text{m}\Omega$)

温度	载荷 (kgf)		
	10	20	30
300K (27℃)	-	7.28	6.28
373K (100℃)	9.55	6.72	5.58
423K (150℃)	9.65	6.47	5.15

表 4

由载荷所引起的芯片抗剪强度的变化 (gf)

温度	载荷 (kgf)		
	10	20	30
300K (27℃)	3151	5626	5984
373K (100℃)	3656	6595	6406
423K (150℃)	4626	6366	8406

从上表可以确认：即使每一突起的接合载荷在 50gf 以下，也可以得到足以实际应用的低电阻条件下的连接状态，芯片抗剪强度也足够了，且，即使在 373K (100℃) 以下或者常温 300K (27℃) 附近，也可得到足以实际应用的连接状态。

进而，在表 5 中示出了每一突起的接合载荷与接合后的突起表面粗糙度的关系。因为该接合后的突起表面粗糙度在实际接合后难于测定，所以采用模拟方式，不进行等离子体照射地施加接合载荷，对由该接合载荷所引起的突起表面的按压变形后的表面粗糙度进行测定。为了得到足够低电阻下的连接状态，优选地使接合后的突起表面粗糙度为 10nm 以下。为了实现该目的，从表 5 可知，施加 20kgf 左右的载荷就足够了，在其以下也可以实现上述目的，该值相当于每一突起 50kgf 的接合载荷。因此，即使是每一突起 50kgf 以下的接合载荷，也可实现 10nm 以下的接合后的突起表面粗糙度。即、可以采用 300Mpa 以下的接合载荷。其中，为了实现按压后的 10nm 以下的突起表面粗糙度，优选地使接合前的突起表面粗糙度为 100nm 以下。

表 5

突起表面粗糙度的变化 (nm)

温度	载荷 (kgf)				
	0	5	10	20	30

300K (27 ℃)	-	137	82	6	5
373K (100 ℃)	-	145	76	5	4

通过上述的试验可确认：在本发明中，通过适当地设定各种条件，可以在等离子体照射后进行大气中的接合。

工业实用性

本发明的接合装置及方法可应用于具有金属接合部的被接合物所有
5 的彼此接合中，特别适用于至少一个被接合物是半导体的情况。

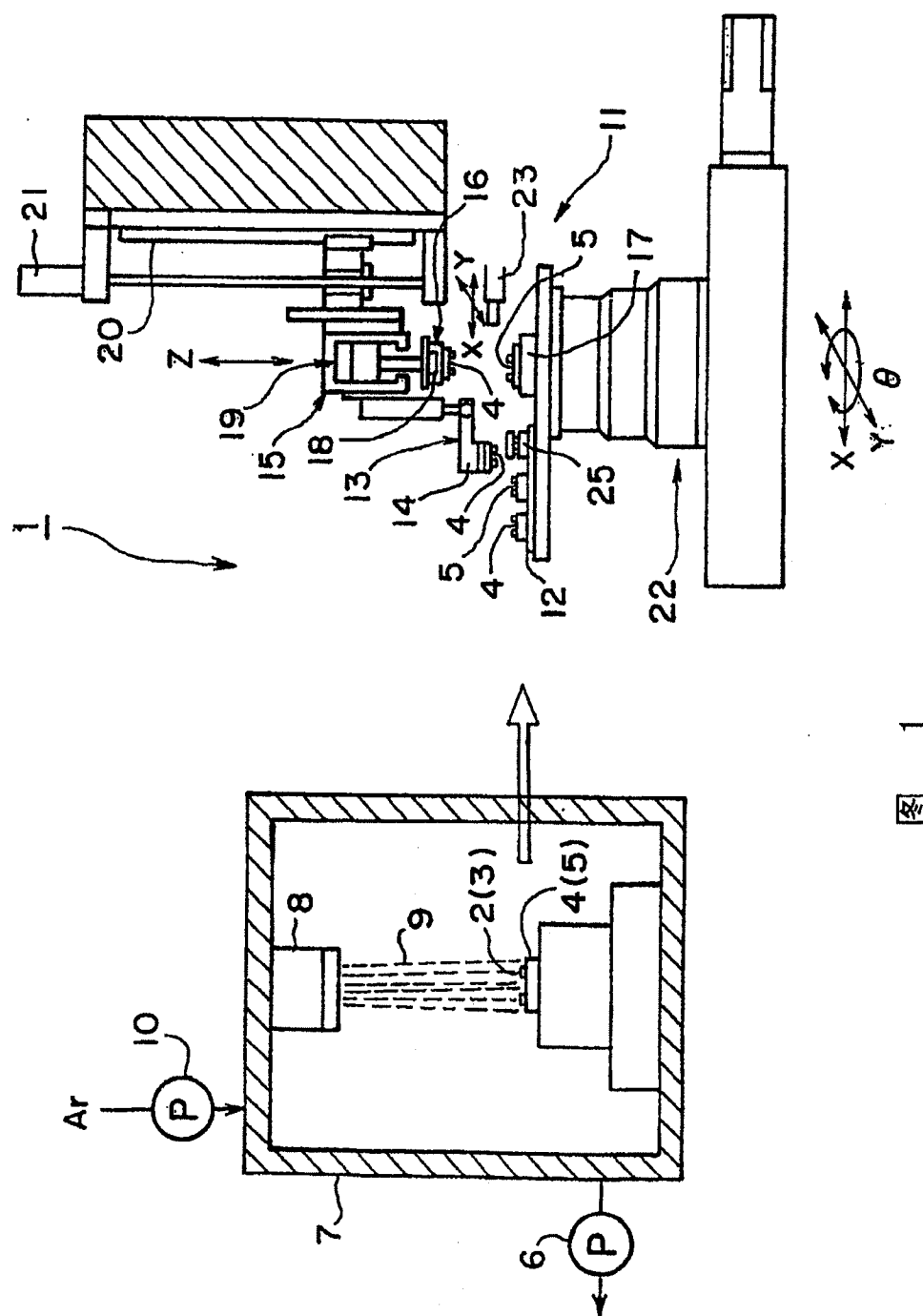


图 1

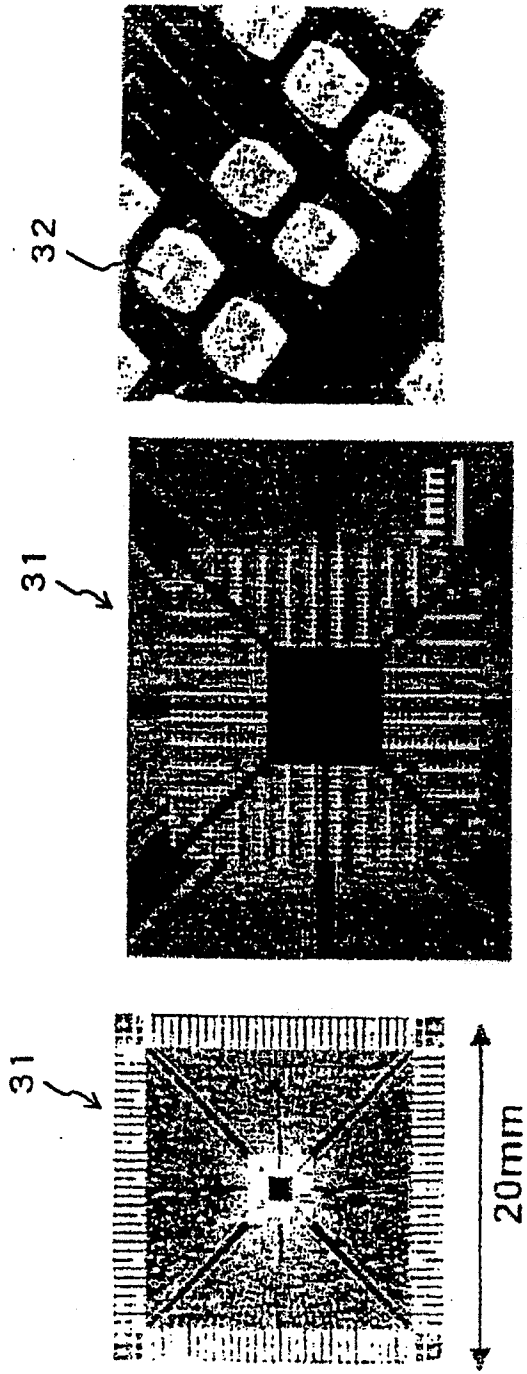


图 2C

图 2B

图 2A

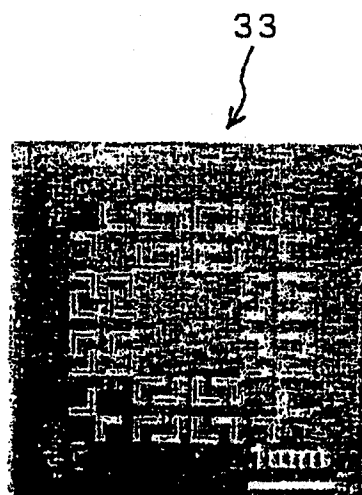


图 3

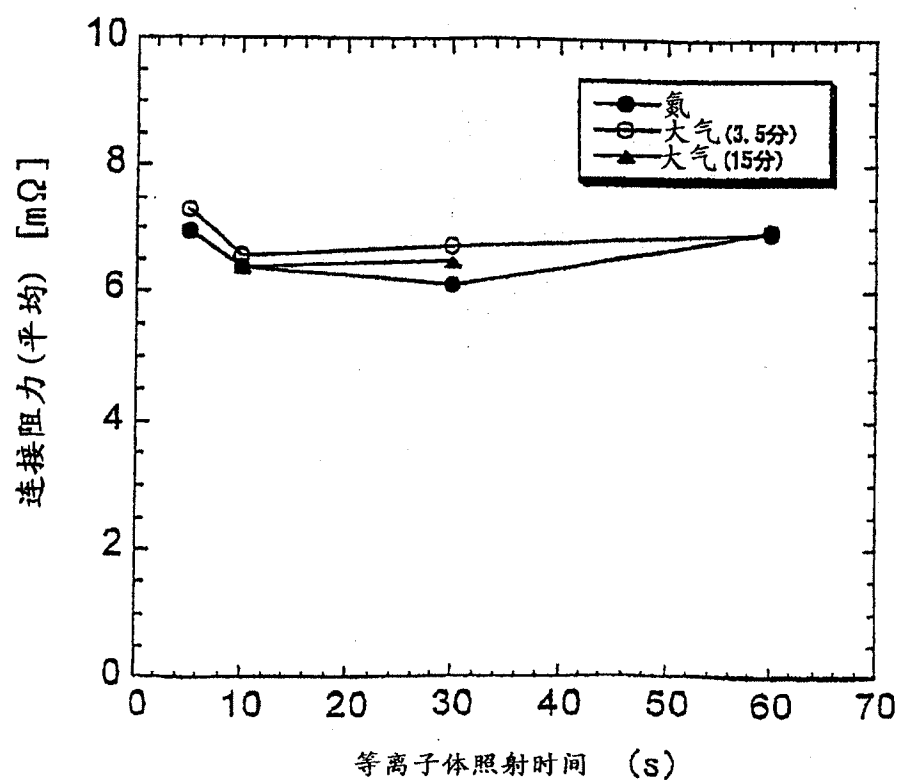
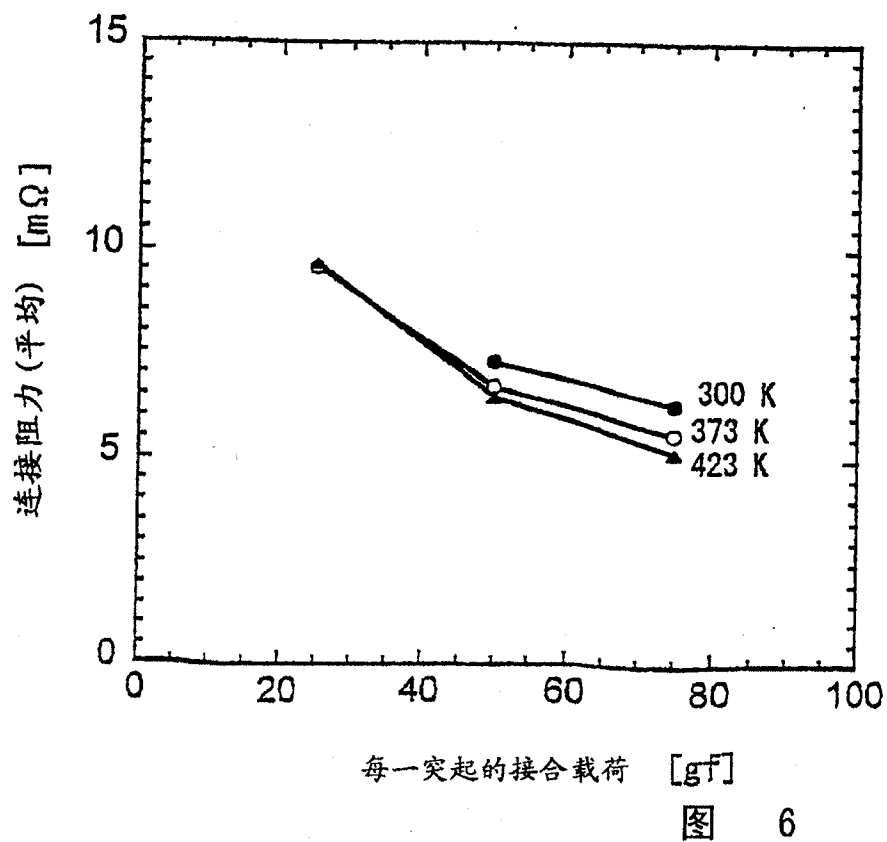
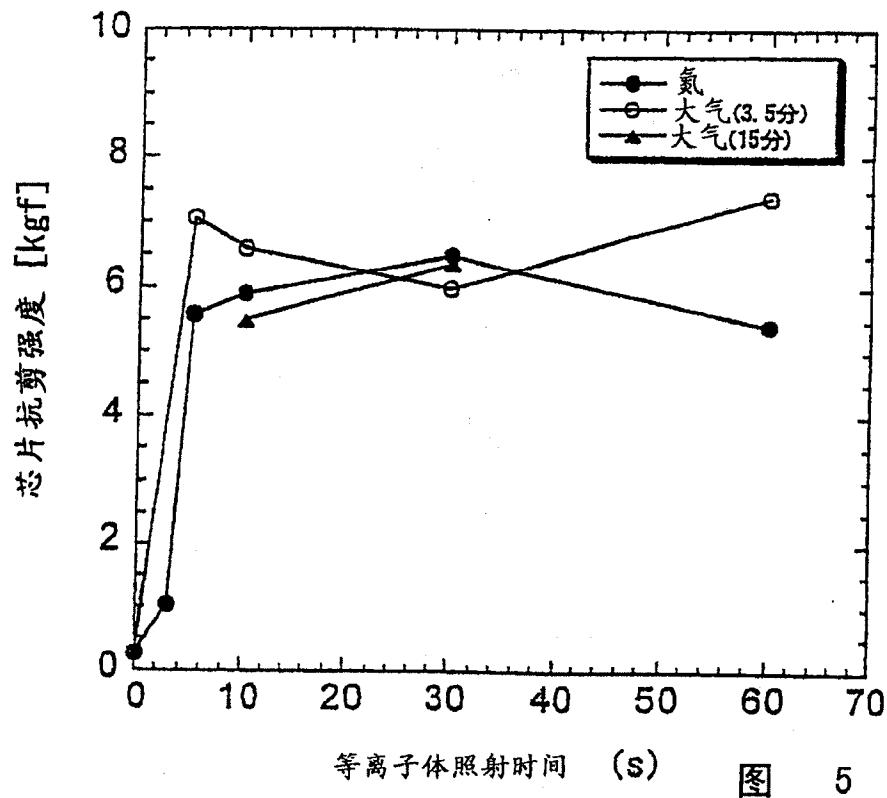


图 4



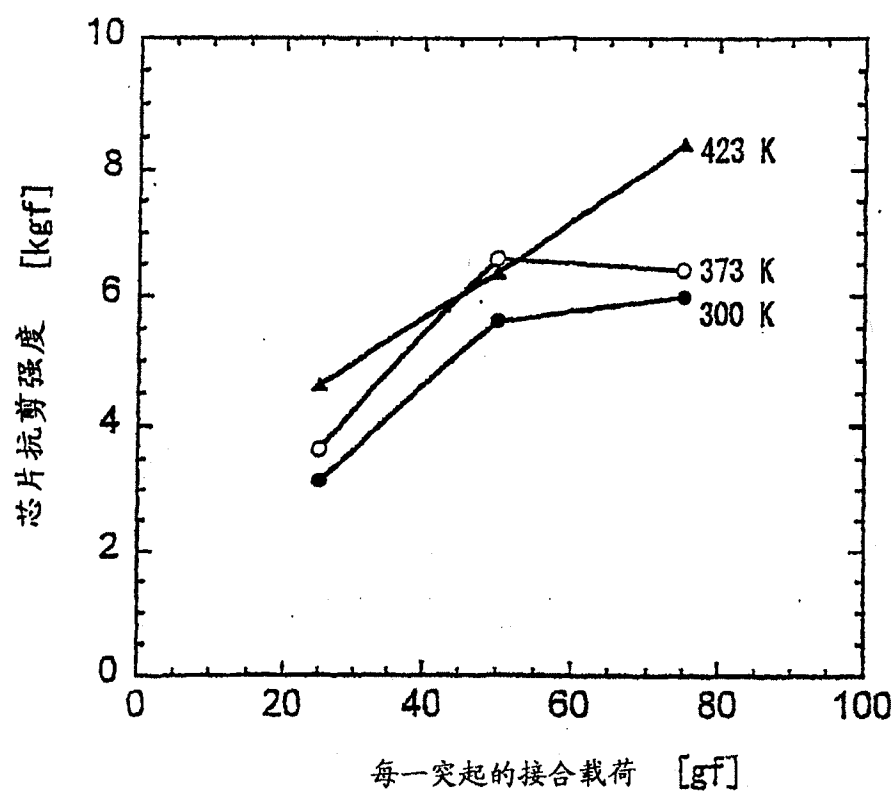


图 7